

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-340541

(43)Date of publication of application : 08.12.2000

(51)Int.Cl.

H01L 21/306

C23F 1/08

(21)Application number : 11-152592

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 31.05.1999

(72)Inventor : AKIMOTO YUJI

SUZUKI KENICHIRO

KIMURA HIDEKAZU

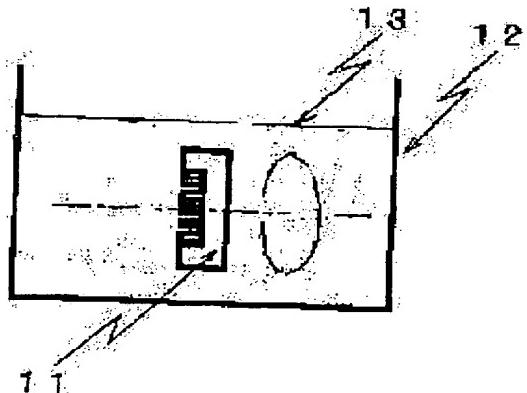
TOMITAKA TOMOFUMI

(54) ETCHING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a very accurate silicon isotropic etching method which is capable of easily controlling an etching volume, obtaining an etched surface high in specular properties, and enhancing a selection ratio.

SOLUTION: When a prescribed pattern is formed on the surface of a prescribed silicon member 11, the silicon member 11 is arranged in a processing tank 12, which contains an etching solution 13 with its etched surface vertical or nearly vertical to the liquid level of the etching solution 13. While the etching solution 13 is kept in a stationary state, the silicon member 11 is rotated at a low speed around an imaginary center line which extends vertical to its surface passing through its center.



* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In a processing tub which faces forming a predetermined pattern in a predetermined silicon member surface, and contains an etching reagent, Maintaining [having arranged so that the surface of the silicon member concerned to be etched may be vertical or may serve as an abbreviated perpendicular to an oil level of the etching reagent concerned, and] the etching reagent concerned to a state of rest. An etching method rotating the silicon member concerned with a low speed centering on a hypothetical center line which passes along the central part of the silicon member concerned, and intersects perpendicularly to the silicon member surface concerned.

[Claim 2] The etching method according to claim 1, wherein the silicon member concerned is a silicon substrate.

[Claim 3] The etching method according to claim 1 or 2, wherein a predetermined pattern formed in the silicon member surface concerned is a pattern in which the pattern part pars basilaris ossis occipitalis concerned is formed in the uniform surface at least.

[Claim 4] The etching method according to claim 1 or 2 with which a predetermined pattern formed in the silicon member surface concerned is characterized by the depth of the pattern part concerned being 50 micrometers at least.

[Claim 5] The etching method according to claim 3, wherein the pattern concerned has a bend where a pars basilaris ossis occipitalis of the pattern concerned has uniform curvature.

[Claim 6] The etching method according to any one of claims 1 to 5 setting revolving speed of the silicon member concerned as 20 rpm or less.

[Claim 7] The etching method according to claim 6 setting revolving speed of the silicon member concerned as 1 rpm or less.

[Claim 8] The etching method according to any one of claims 1 to 7 stirring the etching reagent concerned at the time of an etching process.

[Claim 9] The etching method according to any one of claims 1 to 8, wherein an etching reagent constituted as it comprises fluoric acid, nitric acid, and acetic acid and a ratio of quantity of fluoric acid and nitric acid is in the range of 1:2-1:30 is used for the etching reagent concerned.

[Claim 10] The etching method according to claim 9, wherein the mixture ratio of each ingredient in the etching reagent concerned is 1 to 50% or less of fluoric acid, 1 to 90% or less of nitric acid, and 1 to 90% or less of acetic acid.

[Claim 11] The etching method according to any one of claims 1 to 10, wherein the etching process temperature concerned in the etching process concerned is set as arbitrary temperature of a before [from a coagulating point of the etching reagent concerned / the boiling point].

[Claim 12] The etching method according to any one of claims 1 to 11, wherein a mask material used in the etching process concerned comprises an oxidizing film.

[Claim 13] The etching method according to any one of claims 1 to 12 constituting material etc. of a substrate holder and an etching-reagent tub holding silicon used in the etching process operation concerned, and an actuator using an acid-proof material.

[Claim 14] The etching method according to any one of claims 1 to 13 carrying out the etching process of two or more silicon members simultaneously.

[Claim 15] In a processing tub which faces etching the whole surface of a predetermined silicon member surface uniformly, and contains an etching reagent, Maintaining [having arranged so that the surface of the silicon member concerned to be etched may be vertical or may serve as an abbreviated perpendicular to an oil level of the etching reagent concerned, and] the etching reagent concerned to a state of rest. An etching method rotating the silicon member concerned with a low speed centering on a hypothetical center

line which passes along the central part of the silicon member concerned, and intersects perpendicularly to the silicon member surface concerned.

[Claim 16] In a processing tub which faces removing remains distortion of a predetermined silicon member surface, and contains an etching reagent, Maintaining [having arranged so that the surface of the silicon member concerned to be etched may be vertical or may serve as an abbreviated perpendicular to an oil level of the etching reagent concerned, and] the etching reagent concerned to a state of rest. An etching method rotating the silicon member concerned with a low speed centering on a hypothetical center line which passes along the central part of the silicon member concerned, and intersects perpendicularly to the silicon member surface concerned.

[Claim 17] The etching method according to claim 15 or 16, wherein revolving speed sets the silicon member concerned as 20 rpm or less.

[Claim 18] The etching method according to any one of claims 15 to 17, wherein an etching reagent constituted as it comprises fluoric acid, nitric acid, and acetic acid and a ratio of quantity of fluoric acid and nitric acid is in the range of 1:2-1:30 is used for the etching reagent concerned.

[Claim 19] The etching method according to claim 18, wherein the mixture ratio of each ingredient in the etching reagent concerned is 1 to 50% or less of fluoric acid, 1 to 50% or less of nitric acid, and 1 to 90% or less of acetic acid.

[Claim 20] The etching method according to any one of claims 15 to 19, wherein the etching process temperature concerned in the etching process concerned is set as arbitrary temperature of a before [from a coagulating point of the etching reagent concerned / the boiling point].

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]**[0001]**

[Field of the Invention]This invention relates to an etching method.

Formation of the fine structure body of the silicon using a silicon isotropic etching method and the smooth surface are especially related with the silicon etching method used for removal of formation or remains distortion, etc. in detail.

[0002]

[Description of the Prior Art]Conventionally, the isotropic etching method of silicon is known as an etching method which can create the arbitrary shape (for example, circular, semicircular shapes, an ellipse form, etc.) independent of the crystal orientation of silicon by using the mixed liquor of fluoric acid, nitric acid, and acetic acid for an etching reagent.

[0003]Nitric acid reacts to silicon and this fluoric acid-nitric acid system etching reagent generates silicon oxide, and since fluoric acid etches that silicon oxide, it carries out isotropic etching of the silicon.

[0004]However, an etch rate and an etching surface state change with rates of the mixture ratio of 3 liquid to apply, and since these control is difficult, it is common to be used for removal of remains distortion performed after machining of silicon, scooping out of silicon, etc. generally.

[0005]These days, the isotropic etching art for fine structure body formation attracts attention with development of micro-machining art. For example, in development of medical-application minute chemical-analysis apparatus, the channel for connecting the extracted blood to an analytical instrument is needed.

[0006]In order to form the starting detailed slot and to etch silicon, an anisotropic etching technique with a different etch rate to the crystal orientation of a silicon substrate is raised besides an isotropic etching method.

[0007]However, it is known that behavior of flowing fluid is deeply related in the shape of a channel in a fine channel.

Since the channel formed by an anisotropic etching technique is V type-like, it is expected that pressure loss when water is poured becomes large.

[0008]Then, the isotropic etching method passage cross section shape can acquire semicircle shape is studied now.

[0009]In formation of such a fine structure body, since a mirror plane is acquired and it is necessary to perform etching in which stable etching is possible, the etching reagent of various presentations is shown from the former.

[0010]For example, the etching reagent of 1% – 20% of fluoric acid, 60% – 90% of nitric acid, and 10% – 30% of acetic acid is usually used in the mixed range of 3 liquid.

[0011]in order [however,] to improve the problem which starts actually since a rough surface occurs even when the applied mixture ratio is used --- a way --- the **** etching method is examined.

[0012]That is, drawing 7 is the general method of etching such silicon.

The silicon crystal (a silicon wafer or a silicon block) 71 is installed in the treatment bath tub 72 into which the etching reagent 73 was poured vertically or horizontally, and is etched into it.

[0013]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the above-mentioned conventional etching method, by the method of etching using the etching reagent of a fluoric acid-nitric acid system of typical composition ratio. Since the etching operation of the silicon oxide by fluoric acid was large and etching was not stabilized, it was difficult to obtain control of the quantity to etch, shape maintenance of silicon, or mirror plane nature.

[0014] In the distortion removal of silicon currently generally performed. From the etch rate of the portion which required especially the machining side, i.e., stress, becoming quick. Since an etching surface did not become uniform, but the roughness of an etching surface became intense when each mixture ratio in mixed etchant of the 3 further above-mentioned liquid is not suitable, after stress relief, it needed to be undistorted ground for making an etching surface uniform.

[0015] When detailed channel formation was performed on a silicon member, by the roughness of such an etching surface, resistance became large and a highly precise channel was not able to be formed.

[0016] On the other hand, when carrying out pattern formation using the isotropic etching method, it is known besides problems, such as roughness of the etching surface by selection of the rate ratio of composition ratio, that the problem of unusual etching will occur.

[0017] Drawing 8 (A) is a schematic diagram when the silicon member 82 by which pattern formation is carried out as the silicon mask material 81, such as an oxidizing film, is installed vertically and etched to an etching reagent, and drawing 8 (B) by an etching process. It is a schematic diagram of a pattern section showing unusual etching to generate.

[0018] That is, if etched isotropic, although the silicon member 82 is etched into shape as shown in the semicircular state 83, the etching quantity of the actual pattern 84 of the pattern upper part will increase, and semicircle shape will not be formed.

[0019] Drawing 9 is the graph which showed the etching state of the pattern at the time of unusual etching. The black seal impression 91 and the white seal 92 show the etching quantity to progress of the etching time of the pattern upper part and the bottom obtained in the etching process operation by the conventional method, respectively, and it is shown that uniform etching is not carried out inside a pattern.

[0020] Although mentioned later, When the etching process in this invention is performed, the graphs 93 and 94 in drawing 9, The etching quantity 93 to progress of the etching time in the pattern upper part and the etching quantity 94 to progress of the etching time of the same pattern bottom show that it becomes equal substantially.

[0021] That is, in the Prior art, since such unusual etching occurred, it was difficult to acquire a uniform etching surface also in silicon etching etching of remains distortion removal etc. in an isotropic etching method.

[0022] Drawing 10 (A) is a schematic diagram when the silicon member 102 by which an etching process is carried out is installed horizontally and etched to an etching reagent, and drawing 10 (B) is a schematic diagram of the pattern in which unusual etching then generated is shown.

[0023] Namely, after arranging the mask 101 which has a proper pattern in the silicon member 102, It is only becoming shape as the etch rate of Morozumi of a pattern pars basilaris ossis occipitalis shows as the solid line 104 quickly, and unusual etching produced when the mask 101 concerned of the silicon member 102 concerned installs horizontally to the oil level of the etching reagent concerned did not become the semicircular state ideal pattern 103.

[0024] The etch rate of the silicon 102 whole and the pattern dependence to which an etch rate becomes slow, so that it decreases to 1/2 and an etching surface becomes large rather than the time of installing a substrate vertically were generated.

[0025] Since the rate of flow of the etching reagent of the outside of a substrate will become larger than the inside in speed if it etches using the stirrer 112 and the stirring bar 113 like drawing 11, performing stirring and mixing of an etching reagent, an etching surface is influenced by the rate of flow, Not less than a maximum of 10-micrometer etching unevenness occurred,

and it was ruined.

[0026]Unusual etching became large when an arrow direction was made to rotate the whole substrate like drawing 12.

[0027]It seems that the above problem arose from saying that mixing of an etching reagent is not uniform enough on the silicon surface which the chemical reaction of etching produces (how to carry out operations, such as the rate of flow of an etching reagent and a metabolic turnover, is uneven).

[0028]For example, when a silicon substrate was vertically stood like drawing 8, in the pattern, the concentration of fluoric acid was smaller than the concentration of nitric acid, in the direction of the substrate upper part, the concentration of fluoric acid became large, and silicon etching speed became larger than the bottom (in an example, the chemical reaction of fluoric acid is a reaction which carries out rate-limiting).

[0029]In the pattern formation using isotropic etching, that a selection ratio (etch rate of silicon etching speed / silicon mask material) other than unusual etching is small poses a problem.

[0030]Generally, although the oxidizing film was used from the point of a process with simple silicon mask material, and low cost, since 1 micrometers or more of oxidizing films were not able to be formed, the etching quantity of silicon was determined. For example, when an oxidizing film is made into silicon mask material, the selection ratio is known as a value about with common about three.

[0031]When performing silicon etching from the above result using the conventional silicon isotropic etching art, it was difficult for generating of unusual etching, the unevenness of etching surface accuracy, and a selection ratio to perform highly precise etching and pattern formation from causes, like it is small.

[0032]In the silicon etching using the isotropic etching method of conventional silicon, if a pattern is formed, ** unusual etching occurs and isotropic etching cannot be performed.

** Since a selection ratio (etch rate of the etch rate / silicon mask material of silicon) was small, it was difficult to perform pattern formation not less than 50 micrometers deep.

** In order to acquire a uniform etching surface, are performing the range of the composition ratio of an etching reagent using the etching reagent of 1% – 20% of fluoric acid, 60% – 90% of nitric acid, and 10% – 30% of acetic acid, but. Since there are very few rates of fluoric acid, an etch rate also becomes slow, and further, since fluoric acid is not fully mixed, an uneven etching surface is formed actually.

[0033]According to the problem in the above-mentioned former, the silicon isotropic etching method using fluoric acid–nitric acid–acetic acid is suitable for neither the pattern formation (for example, micro passage) for which a pattern section needs semicircular shapes, nor the pattern formation which needs a depth of not less than 100 micrometers.

[0034]On the other hand, JP,4-340226,A is rotated, carrying out independence maintenance of the semiconductor substrate, and the method of etching by making the semiconductor substrate under rotation concerned inject an etching reagent is indicated.

[0035]However, in the starting well-known example, make it rotate at the high speed called 200–400 rpm, and the semiconductor substrate concerned the aim, Although the semiconductor substrate surface concerned is made to distribute uniformly the etching reagent made to inject like a spin coat system and it is in preventing generation of heat by replacing an etching reagent continuously, While a semiconductor substrate is immersed into an etching reagent, it is made to rotate, and about the method of forming a detailed pattern, it is unstated.

[0036]JP,5-47739,A is rotated, holding a semiconductor wafer vertically in an etching reagent, and the etching method constituted so that an etching reagent might be further sprayed on the central part of the semiconductor wafer concerned is indicated.

[0037]or [however, / that the starting well-known example abolishes thickness unevenness for a semiconductor wafer] -- or, It is the purpose to process the thickness of the central part of a semiconductor wafer thinly, so that outside thickness may be thickened, while a semiconductor substrate is immersed into an etching reagent, it is made to rotate slowly, and about the method of forming a detailed pattern, it is unstated.

[0038]Pour an etching reagent along a circular channel in the method of performing an etching

process, making JP,6-84881,A rotate a semiconductor wafer in the state where it was immersed at a level with an etching reagent, and. The method carried out as [rotate / in the same direction as the direction at which the etching reagent concerned turns / a semiconductor wafer] is indicated.

[0039]However, in the starting well-known example, in order to perform uniform etching, relative mean velocity of an etching reagent to each part of a semiconductor wafer side is made uniform, and about the method of forming a detailed pattern, it is unstated.

[0040]Therefore, it is adopting the etching method which the purpose of this invention improves the fault of the above-mentioned conventional technology, and can suppress the above-mentioned problem to the minimum, Control of easy etching quantity, the high etching surface of mirror plane nature, and the etching method that realizes improvement in a selection ratio and makes possible a highly precise silicon isotropic etching method are provided.

[0041]

[Means for Solving the Problem]This invention adopts technical composition which was indicated below in order to attain the above-mentioned purpose.

[0042]Namely, as the 1st mode concerning this invention to a predetermined silicon member surface. In a processing tub which faces forming a predetermined pattern and contains an etching reagent, Maintaining [having arranged so that the surface of the silicon member concerned to be etched may be vertical or may serve as an abbreviated perpendicular to an oil level of the etching reagent concerned, and] the etching reagent concerned to a state of rest. It is the etching method constituted so that the silicon member concerned might be rotated with a low speed centering on a hypothetical center line which passes along the central part of the silicon member concerned, and intersects perpendicularly to the silicon member surface concerned.

[0043]As the 2nd mode of an etching method concerning this invention, In a processing tub which faces etching the whole surface of a predetermined silicon member surface uniformly, and contains an etching reagent, Maintaining [having arranged so that the surface of the silicon member concerned to be etched may be vertical or may serve as an abbreviated perpendicular to an oil level of the etching reagent concerned, and] the etching reagent concerned to a state of rest. It is the etching method constituted so that the silicon member concerned might be rotated with a low speed centering on a hypothetical center line which passes along the central part of the silicon member concerned, and intersects perpendicularly to the silicon member surface concerned.

[0044]As the 3rd mode in an etching method concerning this invention, In a processing tub which faces removing remains distortion of a predetermined silicon member surface, and contains an etching reagent, Maintaining [having arranged so that the surface of the silicon member concerned to be etched may be vertical or may serve as an abbreviated perpendicular to an oil level of the etching reagent concerned, and] the etching reagent concerned to a state of rest. It is the etching method constituted so that the silicon member concerned might be rotated with a low speed centering on a hypothetical center line which passes along the central part of the silicon member concerned, and intersects perpendicularly to the silicon member surface concerned.

[0045]

[Embodiment of the Invention]formation of the minute pattern in the former, and remains distortion removal -- further, Since the homogeneity of etching and the etching surface where the outstanding etching surface (mirror plane nature is high) is acquired were made indispensable in etching processes, such as flattening of an etching treatment surface, necessity of the high precision isotropic etching art was carried out, but. since technical composition which was described above was used for the etching method concerned concerning this invention, it is possible to perform highly precise silicon isotropic etching, therefore a mirror plane or the good etching surface which has mirror plane nature extremely is acquired, and etching of uniform silicon of it was attained.

[0046]On the occasion of pattern formation processing, for example, the detailed channel was faced forming on a substrate, a semicircle or the shape of a half-ellipse of sectional shape

became possible, and when using this method further, the 100-micrometer-deep pattern formation also of ** also became possible.

[0047]In remains distortion removal, since the whole silicon block was etched uniformly, the polishing process after etching has been skipped.

[0048]

[Example]Below, the composition of one example of the etching method concerning this invention is explained in detail, referring to drawings.

[0049]That is, drawing 1 is a figure showing the composition of 1 concrete target of the etching method concerned concerning this invention.

It faces forming a predetermined pattern in the surface of the predetermined silicon member 11 among a figure, Maintaining [having arranged so that the surface 14 of the silicon member 11 concerned to be etched may be vertical or may serve as an abbreviated perpendicular to the oil level 15 of the etching reagent concerned in the processing tub 12 containing the etching reagent 13, and] the etching reagent 13 concerned to a state of rest. It passes along the central part of the silicon member 11 concerned, and the etching method constituted so that the silicon member 11 concerned might be rotated with a low speed centering on the hypothetical center line 16 which intersects perpendicularly to the silicon member surface concerned is shown.

[0050]As for the silicon member 11 concerned used in this invention, it is desirable that it is a silicon substrate.

[0051]As for the predetermined pattern formed in the silicon member 11 surface concerned used in the etching method concerned in this invention, it is desirable for the pattern part pars basilaris ossis occipitalis concerned to be a pattern formed in the uniform surface at least.

[0052]In the etching method concerned in this invention, 50 micrometers of depth of the pattern part concerned of the predetermined pattern formed in the silicon member 11 surface concerned are not less than 100 micrometers desirably at least.

[0053]As for the pattern concerned, in the etching method concerned concerning this invention, it is preferred that the pars basilaris ossis occipitalis of the pattern concerned has a bend which has uniform curvature, for example as shown by the dotted line 83 in drawing 8 (B).

[0054]On the other hand, in the etching method concerned in this invention, the revolving speed of the silicon member 11 concerned needs to set it as super-low-speed rotation of 20 rpm or less, and, as for revolving speed, the silicon member concerned is preferably set as 1 rpm or less.

[0055]That is, in this invention, conversely, the conventional method is allotted in the direction which intersects perpendicularly with the oil level of the etching reagent concerned, and rotates the etching surface of the silicon member which contains the silicon semiconductor substrate concerned in the etching reagent made to stand it still with slow revolving speed.

[0056]In this invention, if needed, a proper stirring means is used and the etching reagent concerned is stirred at the time of an etching process.

[0057]In the etching method concerned which starts this invention on the other hand, the presentation of an etching reagent and its mixing ratio are important.

[0058]That is, as for the etching reagent concerned used with the etching method concerned concerning this invention, it is preferred to comprise fluoric acid, nitric acid, and acetic acid, and it is still more desirable to be constituted as the ratio of the quantity of fluoric acid and nitric acid is in the range of 1:2-1:30.

[0059]As for the mixture ratio of each above-mentioned mixed ingredient in the etching reagent concerned used with the etching method concerned in this invention, it is desirable to be set up so that it may become 1 to 50% or less of fluoric acid, 1 to 90% or less of nitric acid, and 1 to 90% or less of acetic acid.

[0060]As for the etching process temperature concerned in the etching process concerned concerned in this invention, it is preferred to be set as the arbitrary temperature of a before [from the coagulating point of the etching reagent concerned / the boiling point].

[0061]As for the mask material used in the etching process concerned on the other hand, it is desirable to comprise an oxidizing film.

[0062]As for the material of the substrate holder and etching-reagent tub holding the silicon used in the etching process operation concerned, and an actuator, constituting using an acid-proof material is also preferred.

[0063]Below, the concrete target of the etching method concerned concerning this invention is explained more in the form of an example at details.

[0064]Drawing 1 is a key map of the etching method of a silicon etching crystal when the etching reagent of the optimal mixture ratio of 3 liquid of fluoric acid, nitric acid, and acetic acid is used.

[0065]In this invention, the silicon member 11 is vertically installed in the organ bath 12 in which the etching reagent 13 is poured in to an oil level, and it is etched, rotating to an arrow direction.

[0066]In order to prevent stagnation and the concentration change of an etching reagent because silicon member 11 self rotates, and to also perform churning of the whole etching reagent further, uniform silicon etching and highly precise pattern formation became possible.

[0067]The graph 93 of the rhombus seal shown in drawing 9 and the graph 94 of x seal are graphs which showed the etching state inside a pattern, respectively.

It is shown that the inside of a pattern is etched uniformly.

[0068]Drawing 2 is the graph which compared the selection ratio of the method 21 of installing silicon vertically, and rotating and etching, the method 22 of installing vertically and etching, and the method 23 of installing horizontally and etching.

By making it rotate in the state where the etching surface of the silicon member 11 was made to intersect perpendicularly to an oil level shows that the etching reaction is performed the optimal.

[0069]The range of the mixed liquor of an etching reagent is expanded at the same time the etching surface outstanding by using this method is acquired.

[0070]In order to acquire a uniform etching surface, the range of 1% – 20% of fluoric acid, 60% – 90% of nitric acid, and 10% – 30% of acetic acid was used for the rate ratio of the etching reagent of 3 liquid, but. Since it was very small compared with nitric acid, the quantity of fluoric acid was suitable for etching of the minute pattern, but since the etch rate was slow for the other use, it was unsuitable.

[0071]By installing the silicon member 11 vertically and making it rotate in this invention, Since an etching reaction promotes, if it is 1 to 50% or less of fluoric acid, 1 to 90% or less of nitric acid, and 1 to 90% or less of acetic acid and the ranges of the ratio of the quantity of fluoric acid and nitric acid are 1:2–1:30, the mixture ratio of an etch rate, The etch rate was quick and it became clear that etching which was excellent in profile irregularity could be performed.

[0072]The result compared with the presentation of the conventional etching reagent and its mixing ratio is shown below here about the presentation of the etching reagent used for this invention, and its mixing ratio.

[0073]As a typical thing, it is a thing of $\text{HF:HNO}_3:\text{CH}_3\text{COOH} = 1:3:8$ among the etching reagents concerned generally known for literature etc. from the former.

[0074]If it is processed by the starting composition ratio, a creter and a wave occur in an etching surface and an etching surface cannot become uniform easily. For the reason, it is not suitable for micro processing.

[0075]As another conventional example, the thing of $\text{HF:HNO}_3:\text{CH}_3\text{COOH} = 2:5:3$ is known, for example.

[0076]However, the etching reagent of the starting composition ratio is mainly used for that of ***** in silicon.

Therefore, the etch rate was quick, the processed surface surged easily, and, as a result, there was a problem said that a processed surface cannot change easily uniformly.

[0077]The example of a presentation of the etching reagent used on the other hand in order to carry out micro processing of the silicon in this invention is $\text{HF:HNO}_3:\text{CH}_3\text{COOH}=1-20\%:60-90\%:10-30\%$.

[0078]That is, although it was difficult for performing micro processing, such as pattern formation, in the composition ratio of the above-mentioned conventional etching reagent, it was in rotating a wafer and it became easy to control a cage etching surface of etching at *****.

[0079]As a result, even if it does not use the composition ratio by this invention, when pattern formation became possible, it becomes processible on the conditions that an etch rate is quick.

[0080]However, when the composition ratio of above-mentioned this invention was used rotating a wafer as in this invention, it became clear that the further outstanding etching surface or pattern formation became possible.

[0081]Therefore, when forming the semicircular state channel etc. which have a detailed pattern, especially a curved surface, it is desirable to use the composition ratio of the etching reagent concerning above-mentioned this invention.

[0082]The etching method concerning above-mentioned this invention has an effect in etching of remains distortion removal etc., and the etch rate became about 16 times in the maximum of the range which experimented.

[0083]Since it excels in mirror plane nature and the whole silicon can be uniformly etched by choosing the etching reagent of this mixture ratio within the limits, the polishing process after etching can be skipped.

[0084]In formation of the minute pattern, pattern formation with a conventionally impossible depth of not less than 100 micrometers became possible from the etch rate of silicon improving by using this method, and a selection ratio improving, and the formation of the channel of semicircle shape of a section was attained in the fine channel.

[0085]As for the revolving speed of silicon, although it changes with a use or rates of each liquid of an etching reagent, when performing highly precise etching, it is desirable to carry out 1 rpm or less preferably 20 rpm or less.

[0086]In order to raise an etch rate, may raise etching temperature from ordinary temperature to the neighborhood by about 60 degrees, but. If an etch rate rises, it will be ruined and a wave etc. will occur, but. By carrying out substrate rotation, since it was possible the granularity of an etching surface and to suppress a wave to the minimum, it is a short time in the thing of mixed liquor which the temperature of an etching reagent and rotation of silicon choose comparatively, and uniform etching was attained.

[0087]Since etching reactions differ when carrying out silicon isotropic etching by arranging and rotating the etching surface of the silicon member 11 concerned in an etching reagent in this invention so that it may intersect perpendicularly to the etching-reagent side concerned, Rather than the case where it installs horizontally, since circulation of the liquid to a pattern surface side is fully performed, an etch rate is quick and etching dispersion does not arise in the central part and a lateral part.

[0088]The state of an etching surface and the shape of a pattern which are formed are influenced by the revolving speed of a wafer.

[0089]Therefore, when the revolving speed of the silicon member 11 concerned is not less than 20 rpm, in response to the influence of the rate of flow, the etch rate of a peripheral part becomes quick, etching unevenness will occur, and the shape of a pattern will also be distorted.

[0090]Although a grade is small, since generating a little is experientially seen also in the range whose revolving speed of the silicon member concerned of this tendency is 20-1 rpm, it is preferred that the revolving speed of the silicon member concerned sets to 1 rpm or less.

[0091]On the other hand, in the etching process concerned, when the revolving speed of the silicon member concerned is 0.01 rpm or less, there is no effect of rotating the silicon member concerned, and etching occurs above.

[0092]Therefore, 0.01 rpm - 20 rpm of revolving speed [0.01 rpm - 1 rpm of] of the silicon member 11 concerned in this invention is 0.01 rpm - 0.09 rpm more preferably.

Since it becomes possible to etch maintaining the mirror-finished-surface-form voice of an etching surface by adopting the applied revolving speed and is not influenced by the rate of flow, a state desirable to pattern formation is created.

[0093]Even if it uses the mixture ratio of 1 to 50% or less of fluoric acid, 1 to 90% or less of nitric

acid, and 1 to 90% or less of acetic acid which is a range wider than the composition ratio of the etching reagent used for the conventional micro processing about the presentation of an etching reagent, it becomes possible to perform a uniform etching surface and pattern formation.

[0094]To the mask material used by facing for on the other hand forming a predetermined pattern in the etching method concerned concerning this invention. It is necessary to use the material which can bear strong acid and a strong base, photoresist cannot be used, but, generally insulating materials, such as an oxidizing film and a nitride, a metal mask (especially the surface is a thing of Au), etc. are used.

[0095]However, when using an oxidizing film and a nitride for the silicon isotropic etching which used fluoric acid-nitric acid-acetic acid as the etching reagent, The selection ratio (etch rate of the etch rate / silicon mask material of silicon) was low, and was not suitable for forming a silicon pattern not less than 50 micrometers deep.

[0096]In the method of using the mask (for example, an oxidizing film/nitride) of composition of having combined some insulating materials, problems, like that ** process becomes complicated, that stress occurs to ** silicon, and ** selection ratio does not become so large have occurred.

[0097]On the other hand, a metal mask is gold (Au). It becomes possible to enlarge a selection ratio by providing in the topmost part of metal composition, and since a process is also easy, it is suitable for silicon etching.

[0098]However, if a metal is directly formed to silicon, since a metal will exfoliate by generating of the working distortion called hidden damage during etching, when it is a mask material of silicon etching, the combination of an oxidizing film/metal mask is preferred.

[0099]In this invention, pattern formation with a depth of not less than 300 micrometers considered to be conventionally impossible becomes possible with the combination of the above-mentioned rotary system of a silicon member and mask material.

[0100]As other modes concerning this invention, the whole surface of a predetermined silicon member surface is faced etching uniformly, for example, Maintaining [having arranged so that the surface of the silicon member concerned to be etched may be vertical or may serve as an abbreviated perpendicular to the oil level of the etching reagent concerned in the processing tub containing an etching reagent, and] the etching reagent concerned to a state of rest. It is the etching method constituted so that the silicon member concerned might be rotated with a low speed centering on the hypothetical center line which passes along the central part of the silicon member concerned, and intersects perpendicularly to the silicon member surface concerned.

[0101]As another mode, it faces removing the remains distortion of a predetermined silicon member surface, Maintaining [having arranged so that the surface of the silicon member concerned to be etched may be vertical or may serve as an abbreviated perpendicular to the oil level of the etching reagent concerned in the processing tub containing an etching reagent, and] the etching reagent concerned to a state of rest. It is the etching method constituted so that the silicon member concerned might be rotated with a low speed centering on the hypothetical center line which passes along the central part of the silicon member concerned, and intersects perpendicularly to the silicon member surface concerned.

[0102]In the above-mentioned mode in this invention, the silicon member concerned like the above-mentioned example revolving speed, It is desirable to set it as 20 rpm or less, and, as for the etching reagent concerned, it is preferred to use the etching reagent constituted as it comprises fluoric acid, nitric acid, and acetic acid and the ratio of the quantity of fluoric acid and nitric acid is in the range of 1:2-1:30.

[0103]That they are also 1 to 50% or less of fluoric acid, 1 to 50% or less of nitric acid, and 1 to 90% or less of acetic acid have the preferred mixture ratio of each ingredient in the etching reagent concerned.

[0104]On the other hand, as for the etching process temperature concerned in the etching process concerned, it is preferred to be set as the arbitrary temperature of a before [from the coagulating point of the etching reagent concerned / the boiling point].

[0105]The example of the etching device in the case of performing the etching method which starts this invention below is explained still in detail with reference to drawings.

[0106]That is, drawing 3 is the 1st example example in this invention.

[0107]In the etching device 31, it is 1 to 50% of fluoric acid, 1 to 100% of nitric acid, and 1 to 70% or less of acetic acid, and the etching reagent according [the ratio of the quantity of fluoric acid and nitric acid] to the mixture ratio of the range of 1:2-1:30 is poured into the treatment bath tub 34.

The stirring bar 34a for agitating an etching reagent is installed in the pars basilaris ossis occipitalis, and revolving speed is controlled by the stirrer 34b.

[0108]Etching-reagent Atsushi is controlled by the water bus 34c, can change solution temperature and can control an etch rate by the use to etch.

[0109]With the substrate holder 32, to an etching-reagent side, it is fixed to an abbreviated perpendicular, and the etching process surface of the silicon crystalline 33 which is a silicon member can be attached with the principal axis 31a of the etching device 31, and is installed after attachment and in the etching organ bath 34.

[0110]The substrate holder 32 transmits for it and rotates the gear 31c by the motor 35a formed in the device.

[0111]Etching while carrying out manual rotation by installing the handle 35b for hand control instead of a motor is also attained.

[0112]After the end of etching, the silicon crystal 33 is removed with the substrate holder 32, moves to the cleaning tank 36, and is washed.

[0113]Actuators, such as the main part 31 of an etching device and the substrate holder 32 or the gear 31c, and the principal axis 31a, have a material excellent in strong acid-proof nature, for example, Teflon nature, or desirable vinyl chloride. The number of rotations of the stirring bar 33a and a motor can be chosen as the use of silicon etching.

[0114]Drawing 4 is a figure showing the 2nd example in this invention.

[0115]In this example, it is the method of etching two or more silicon crystallines at once, and drawing 4 is a schematic diagram of ***.

[0116]Two or more silicon crystallines 43 are installed in the substrate holder 42 for two or more etching. It is installed in the principal axis 41a provided in the etching device 41 like the example 1, and it supplies to the treatment bath tub 44 into which the etching reagent is poured, and etches by being transmitted and rotating the gear 41c by the motor 45a formed in the device.

[0117]Etching while carrying out manual rotation by installing the handle 45b for hand control instead of a motor is also attained. Two or more silicon crystallines 43 can be etched at once by forming the water bus 44c which controls the stirring bar 44a for agitating an etching reagent, and the solution temperature of a stirrer 44b etching reagent.

[0118]After the end of etching, the silicon crystalline 43 is removed with the substrate holder 42, moves to the washing layer 46, and can be washed.

[0119]Drawing 5 is a figure showing the 3rd example in this invention.

[0120]That is, this example is a schematic diagram about the device which etches the whole surface of silicon crystallines, such as a silicon block, uniformly.

[0121]That is, the substrate holder 52 is [the whole surface of the silicon crystalline 53] a mechanism in which only the angle side of the silicon crystalline 53 is suppressed so that may be etched.

[0122]The substrate holder 52 which installed the silicon crystalline 53 is installed in the principal axis 51a provided in the etching device like the example 1, is fed into the organ bath 54 in which the etching reagent is poured in, and etches by being transmitted and rotating the gear 51c by the motor 55a formed in the device.

[0123]Etching while carrying out manual rotation by installing the handle 55b for hand control instead of a motor is also attained.

[0124]The silicon crystalline 53 can be etched at once by forming again the water bus which controls the solution temperature of an etching reagent by forming the stirring bar 54a and the stirrer 54b for agitating an etching reagent.

[0125]After the end of etching, the silicon crystal 53 is removed with the substrate holder 52, moves to the cleaning tank 56, and can be washed.

[0126]Drawing 6 is a figure showing the 4th example in this invention, and is a silicon wafer or a

schematic diagram about the mounting arrangement of the silicon block 62 and the substrate holder 61.

[0127]The substrate holder 61 can be chosen from the substrate holders 61a, 61b, 61c, and 61d, corresponding to the purpose of etching of a silicon wafer or the silicon block 62.

[0128]Attachment with the silicon block 62 and the substrate holders 61a, 61b, 61c, and 61d which consist of a silicon crystalline, How to fix the silicon crystalline 62 directly using the screw 63 or the spring 64 etc. which sandwiched the stationary plate 65, In order to etch the silicon crystalline 62 whole, it is attached by the vacuum absorption using the method of etching the silicon crystalline 62 with the fixture 67, or the vacuum pump 66, etc.

[0129]The material of the stationary plate 65, the screw 63, or the spring 64 has the preferred construction material which was excellent in strong acid-proof like the substrate holders 61a-61d.

[0130]In the above-mentioned embodiment, although the case of a silicon wafer, the rotation method of a silicon block and a motor, or manual rotation was shown, if the same effect is acquired, it is realizable also by using the liquid flow which is air-driven and is agitated etc. Although the example using the gear as a drive transmission mechanism was shown, if the same effect is acquired, it is realizable also by methods, such as a direct drive, belt driving, and a chain drive.

[0131]

[Effect of the Invention]In this invention, since technical composition which was explained above was adopted, using the silicon isotropic etching method, the mirror plane or the good etching surface which has mirror plane nature extremely was acquired, and, according to this invention, etching of uniform silicon was attained.

[0132]In this invention, in the detailed channel formation in pattern formation, sectional shape is the uniform shape of a semicircle or the shape of a half-ellipse, and the inner surface became possible [obtaining a smooth channel], and when using this method further, 100-micrometer-deep pattern formation also became possible.

[0133]Since the etching method concerned concerning this invention was applicable also to remains distortion removal and it etched the whole silicon block uniformly, it has skipped the polishing process after etching.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]Drawing 1 is a figure for explaining the basal principle of the etching method by this invention.

[Drawing 2]Drawing 2 is the graph which measured the etch rate by the etching method by this invention and conventional technology.

[Drawing 3]Drawing 3 is a side view for explaining the composition of one example of the etching device by this invention.

[Drawing 4]Drawing 4 is other examples of the etching device by this invention, and is the side views for explaining the composition of the device in the case of carrying out package etching of two or more silicon crystallines.

[Drawing 5]Drawing 5 is a figure for explaining the composition of the device in the case of being another example of the etching device by this invention, and etching the whole silicon crystalline surface.

[Drawing 6]Drawing 6 is a figure for explaining the mounting arrangement of a silicon crystalline and a substrate holder in this invention.

[Drawing 7]Drawing 7 is a figure for explaining the etching method of the silicon crystalline in the former.

[Drawing 8]Drawing 8 is a figure for explaining unusual etching produced with the conventional etching method.

[Drawing 9]Drawing 9 is a figure for explaining the difference in the etch rate in the rate pattern.

[Drawing 10]Drawing 10 is a figure for explaining unusual etching produced with the conventional etching method.

[Drawing 11]Drawing 11 is a figure for explaining the conventional etching method of a silicon crystalline.

[Drawing 12]Drawing 12 is a figure for explaining the etching method of the silicon crystalline in the former.

[Description of Notations]

11 — Silicon member

12 — Etching-reagent tub

13 — Etching reagent

14 — Etching treatment surface

15 — Etching-reagent side

16 — Axis of rotation

31, 41, 51 — Etching device

31a, 41a, 51a — Rotary main spindle

31c, 41c, 51c — Gear

32, 42, 52a — Substrate holder

33, 43, 53 — A silicon member, silicon crystalline

34, 44, 54 — Etching-reagent tub

34a, 44a, 54a — Stirring child

34b, 44b, 54b — Stirrer

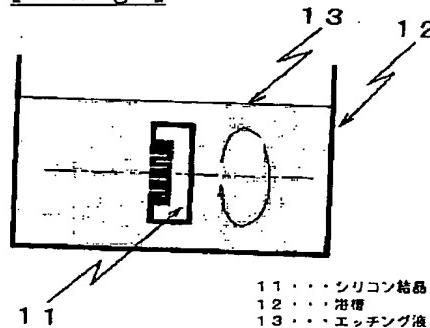
34c, 44c, 54c -- Water bath
35a, 45a, 55a -- Motor
35b, 45b, 55b -- Handle
36, 46, 56 -- Cleaning tank
52 -- Fixture

[Translation done.]

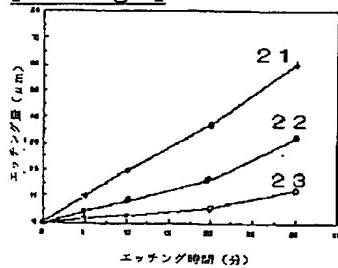
* NOTICES *

JPO and INPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

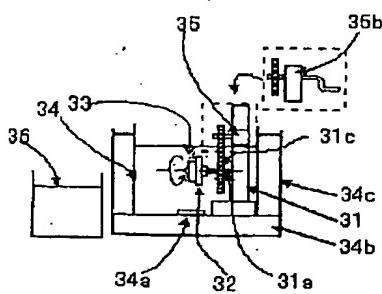
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS**[Drawing 1]**

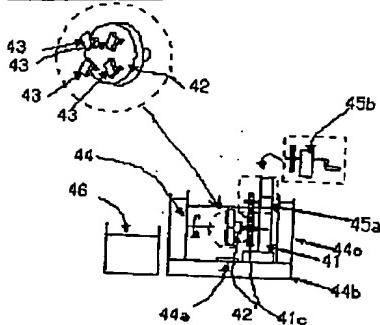
1 1 . . . シリコン結晶
1 2 . . . 拾子
1 3 . . . エッティング油

[Drawing 2]

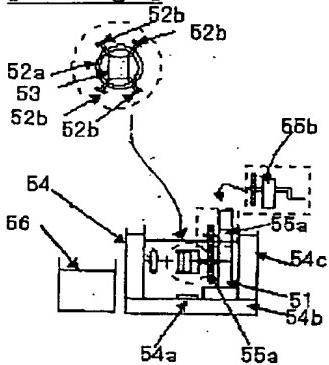
2 1 . . . シリコン回転エッティング方法
2 2 . . . 垂直設置方法によるエッティング方法
2 3 . . . 水平設置方法によるエッティング方法

[Drawing 3]

3 1 . . . エッティング装置本体
3 1 a . . . 底面
3 1 c . . . 直面
3 2 . . . 垂直ホルダー
3 3 . . . シリコン結晶
3 4 . . . 拾子
3 4 a . . . 拾子子
3 4 b . . . 拾子脚
3 4 c . . . ワータバス
3 5 . . . モーター
3 6 . . . ハンドル
3 6 b . . . 洗浄槽

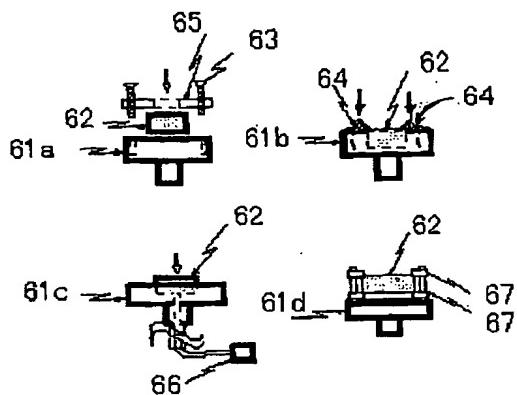
[Drawing 4]

41 . . . エッティング装置本体
41a . . . 主體
41b . . . 電源
42 . . . 固定ホルダー
43 . . . シリコン結晶
44 . . . 浴槽
44a . . . 浴槽子
44b . . . 排液管
44c . . . ワータバス
45 . . . モーター
45a . . . ハンドル
46 . . . 洗浄槽

[Drawing 5]

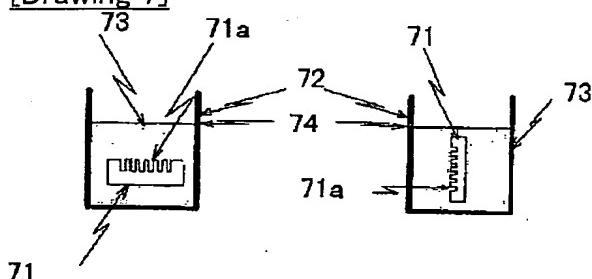
51 . . . エッティング装置本体
51a . . . 主體
51c . . . 電源
52a . . . 固定ホルダー
52b . . . 固定治具
53 . . . シリコン結晶
54 . . . 浴槽
54a . . . 浴槽子
54b . . . 排液管
54c . . . ワータバス
55a . . . モーター
55b . . . ハンドル
56b . . . 洗浄槽

[Drawing 6]



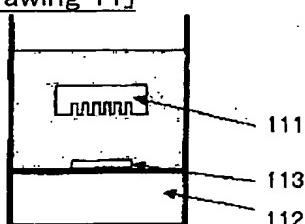
61a . . . 基板ホルダー
 61b . . . 基板ホルダー
 61c . . . 基板ホルダー
 61d . . . 基板ホルダー
 62 . . . シリコン結晶
 63 . . . ネジ
 64 . . . パネ
 65 . . . 固定板
 66 . . . 真空ポンプ
 67 . . . 固定治具

[Drawing 7]



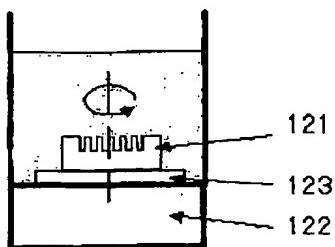
71 . . . シリコン結晶
 71a . . . 冷却液
 72 . . . 浴槽
 73 . . . エッティング液
 74 . . . 液面

[Drawing 11]



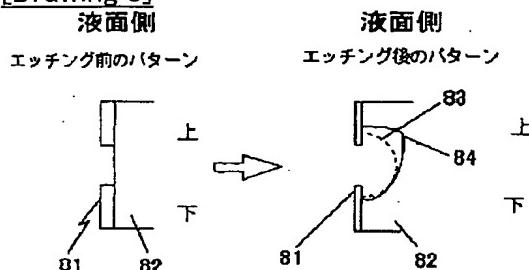
111 . . . シリコン結晶
 112 . . . 搅拌器
 113 . . . 搅拌子

[Drawing 12]



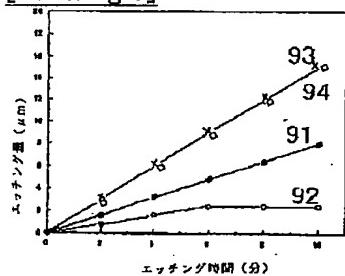
121 . . . シリコン結晶
122 . . . エッティング装置
123 . . . 回転ステージ

[Drawing 8]



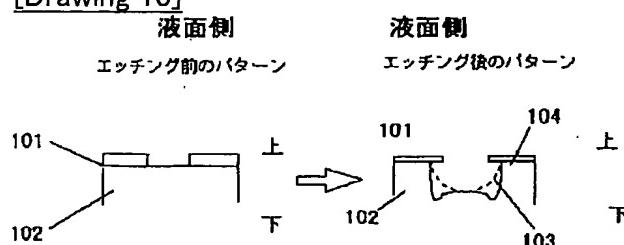
8 1 . . . シリコンマスク材
8 2 . . . シリコン
8 3 . . . 理想的なエッティング形状
8 4 . . . 異常エッティングの形状

[Drawing 9]



9 1 . . . 冷却溝上側のエッティング量
9 2 . . . 冷却溝下側のエッティング量
9 3 . . . 本発明によるエッティング方法を用いた
冷却溝上側のエッティング量
9 4 . . . 本発明によるエッティング方法を用いた
冷却溝下側のエッティング量

[Drawing 10]



101 . . . シリコンマスク材
102 . . . シリコン
103 . . . 理想的なエッティング形状
104 . . . 異常エッティングの形状

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-340541
(P2000-340541A)

(43)公開日 平成12年12月8日 (2000.12.8)

(51)Int.Cl.⁷
H 01 L 21/306
C 23 F 1/08

識別記号
104

F I
H 01 L 21/306
C 23 F 1/08
H 01 L 21/306

テマコード(参考)
B 4 K 0 5 7
1 0 4 5 F 0 4 3
J

審査請求 有 請求項の数20 O.L. (全 11 頁)

(21)出願番号

特願平11-152592

(22)出願日

平成11年5月31日 (1999.5.31)

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 秋本 裕二

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72)発明者 鈴木 健一郎

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74)代理人 100070530

弁理士 畑 泰之

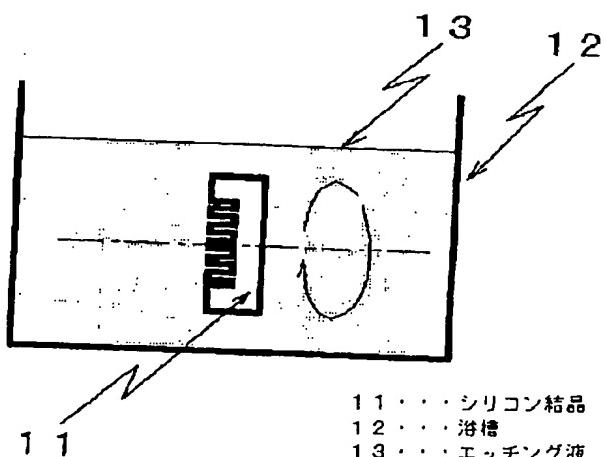
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 エッチング方法

(57)【要約】

【課題】 容易なエッティング量の制御、鏡面性の高いエッティング面、選択比の向上による高精度なシリコン等方性エッティング法を提供する。

【解決手段】 所定のシリコン部材11の表面に、所定のパターンを形成するに際し、エッティング液13を含む処理槽12内に、当該シリコン部材11の被エッティング表面14が当該エッティング液の液面15に対して垂直あるいは略垂直となるように配置し、当該エッティング液13を静止状態に維持したまま、当該シリコン部材11の中心部を通り、当該シリコン部材表面に対して直交する仮想中心線16を中心として、当該シリコン部材11を低速度で回転させる様に構成されたエッティング方法。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定のシリコン部材表面に、所定のパターンを形成するに際し、エッティング液を含む処理槽内に、当該シリコン部材の被エッティング表面が当該エッティング液の液面に対して垂直或いは略垂直となるように配置し、当該エッティング液を静止状態に維持したままで、当該シリコン部材の中心部を通り、当該シリコン部材表面に対して直交する仮想中心線を中心として、当該シリコン部材を低速度で回転させる事を特徴とするエッティング方法。

【請求項2】 当該シリコン部材は、シリコン基板である事を特徴とする請求項1記載のエッティング方法。

【請求項3】 当該シリコン部材表面に形成される所定のパターンは、少なくとも当該パターン部底部が均一な表面に形成されるパターンである事を特徴とする請求項1又は2に記載のエッティング方法。

【請求項4】 当該シリコン部材表面に形成される所定のパターンは、少なくとも当該パターン部の深さが50μmである事を特徴とする請求項1又は2に記載のエッティング方法。

【請求項5】 当該パターンは、当該パターンの底部が均一な曲率を有する湾曲部を有している事を特徴とする請求項3記載のエッティング方法。

【請求項6】 当該シリコン部材の回転速度は、20rpm以下に設定する事を特徴とする請求項1乃至5の何れかに記載のエッティング方法。

【請求項7】 当該シリコン部材の回転速度は、1rpm以下に設定する事を特徴とする請求項6記載のエッティング方法。

【請求項8】 当該エッティング液をエッティング処理時に、攪拌する事を特徴とする請求項1乃至7の何れかに記載のエッティング方法。

【請求項9】 当該エッティング液は、フッ酸、硝酸及び、酢酸で構成されており、且つ、フッ酸と硝酸の量の比率が1:2~1:3の範囲にある様に構成されているエッティング液を使用することを特徴とする請求項1乃至8の何れかに記載のエッティング方法。

【請求項10】 当該エッティング液に於ける各成分の混合比が、フッ酸1~50%以下、硝酸1~90%以下、酢酸1~90%以下である事を特徴とする請求項9記載のエッティング方法。

【請求項11】 当該エッティング処理に於ける当該エッティング処理温度は、当該エッティング液の凝固点から沸点までの間の任意の温度に設定されることを特徴とする請求項1乃至10の何れかに記載のエッティング方法。

【請求項12】 当該エッティング処理に於いて使用されるマスク材は、熱酸化膜で構成される事を特徴とする請求項1乃至11の何れかに記載のエッティング方法。

【請求項13】 当該エッティング処理操作に於て使用されるシリコンを保持する基板ホルダー及びエッティング液

槽、駆動部の材料等を耐酸性材料を用いて構成する事を特徴とする請求項1乃至12の何れかに記載のエッティング方法。

【請求項14】 複数個のシリコン部材を同時にエッティング処理することを特徴とする請求項1乃至13の何れかに記載のエッティング方法。

【請求項15】 所定のシリコン部材表面の全面を均一にエッティングするに際し、エッティング液を含む処理槽内に、当該シリコン部材の被エッティング表面が当該エッティング液の液面に対して垂直或いは略垂直となるように配置し、当該エッティング液を静止状態に維持したままで、当該シリコン部材の中心部を通り、当該シリコン部材表面に対して直交する仮想中心線を中心として、当該シリコン部材を低速度で回転させる事を特徴とするエッティング方法。

【請求項16】 所定のシリコン部材表面の残留歪みを除去するに際し、エッティング液を含む処理槽内に、当該シリコン部材の被エッティング表面が当該エッティング液の液面に対して垂直或いは略垂直となるように配置し、当該エッティング液を静止状態に維持したままで、当該シリコン部材の中心部を通り、当該シリコン部材表面に対して直交する仮想中心線を中心として、当該シリコン部材を低速度で回転させる事を特徴とするエッティング方法。

【請求項17】 当該シリコン部材を回転速度は、20rpm以下に設定する事を特徴とする請求項15又は16に記載のエッティング方法。

【請求項18】 当該エッティング液は、フッ酸、硝酸及び、酢酸で構成されており、且つ、フッ酸と硝酸の量の比率が1:2~1:3の範囲にある様に構成されているエッティング液を使用することを特徴とする請求項15乃至17の何れかに記載のエッティング方法。

【請求項19】 当該エッティング液に於ける各成分の混合比が、フッ酸1~50%以下、硝酸1~50%以下、酢酸1~90%以下である事を特徴とする請求項18記載のエッティング方法。

【請求項20】 当該エッティング処理に於ける当該エッティング処理温度は、当該エッティング液の凝固点から沸点までの間の任意の温度に設定されることを特徴とする請求項15乃至19の何れかに記載のエッティング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、エッティング方法に関するものであり、特に詳しくは、シリコン等方性エッティング法を用いたシリコンの微細構造体の形成、平滑な表面を形成、或いは残留歪みの除去等に用いられるシリコンエッティング方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来より、シリコンの等方性エッティング方法は、エッティング液にフッ酸、硝酸、酢酸の混合液を用いる事によって、シリコンの結晶方位に依存しない任

意な形状（例えば、円形、半円形、楕円形等）を作成できるエッティング方法として知られている。

【0003】このフッ酸一硝酸系エッティング液は、硝酸がシリコンと反応して酸化シリコンを生成し、その酸化シリコンをフッ酸がエッティングすることからシリコンを等方性エッティングする。

【0004】しかし、係る3液の混合比の割合によって、エッティング速度やエッティング面状態が異なり、これらの制御が難しいため、一般的には、シリコンの機械加工後に行う、残留歪みの除去や、シリコンのくりぬきなどに用いられているのが一般的である。

【0005】最近では、マイクロマシニング技術の発展に伴い、微細構造体形成のための等方性エッティング技術が注目されている。例えば医療用微小化学分析機器の開発においては、採取した血液を分析機器へつなげるための流路が必要とされている。

【0006】係る微細な溝部を形成する為に、シリコンをエッティングするには、等方性エッティング法の他に、シリコン基板の結晶方位に対して異なるエッティング速度を持つ異方性エッティング法が上げられる。

【0007】然しながら、微細流路中に流れる流体の振る舞いは、流路の形状に深く関連することが知られており、異方性エッティング法で形成される流路がV字形状であることから、水を流したときの圧力損失が大きくなることが予想されている。

【0008】そこで、流路断面形状が半円形状を得られる等方性エッティング法が現在研究されている。

【0009】こうした微細構造体の形成では、鏡面が得られ、安定したエッティングが可能なエッティングを行う必要があるため、従来からさまざまな組成のエッティング液が提示されている。

【0010】例えば、通常3液の混合範囲をフッ酸1%～20%、硝酸60%～90%、酢酸10%～30%のエッティング液が用いられている。

【0011】しかし、係る混合比を使用した場合でも、実際には、面荒れが発生することもあり、係る問題点を改良する為にさまざまなエッティング方法が検討されている。

【0012】即ち、図7は、こうしたシリコンのエッティングを行う一般的な方法であり、シリコン結晶（シリコンウェハまたはシリコンブロック）71はエッティング液73が注入された処理浴槽72に垂直または水平に設置してエッティングされる。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】然しながら、上記した従来のエッティング方法に於いて、代表的な組成比のフッ酸一硝酸系のエッティング液を用いてエッティングする方法では、フッ酸による酸化シリコンのエッティング作用が大きくエッティングが安定しないため、エッティングする量の制御やシリコンの形状維持または、鏡面性を得ることは難しかった。

難しかった。

【0014】又、一般に行われているシリコンの歪み除去では、機械加工面つまり応力が特に掛かった部分のエッティング速度が速くなることから、エッティング面が均一にならず、さらに上記した3液の混合エッチャントに於けるそれぞれの混合比が適当でない場合には、エッティング面の荒れが激しくなるため、残留応力除去後には、エッティング面を均一にするための無歪み研磨が必要であった。

【0015】更には、シリコン部材上に微細な流路形成を行う場合には、こうしたエッティング面の荒れにより、抵抗が大きくなり高精度な流路を形成することができなかつた。

【0016】一方、等方性エッティング方法を用いてパターン形成する場合は、組成比の割合比の選択によるエッティング面の荒れなどの問題の他に、異常エッティングという問題が発生することが知られている。

【0017】図8（A）は、熱酸化膜などシリコンマスク材81としてパターン形成されているシリコン部材82をエッティング液に対して垂直に設置してエッティングした時の概略図であり、図8（B）は、エッティング処理によって、発生する異常エッティングを示すパターン断面の概略図である。

【0018】即ち、等方的にエッティングされるならば、シリコン部材82は、半円状83に示す様な形状にエッティングされるが、実際のパターン84は、パターンの上側のエッティング量が多くなり、半円形状が形成されない。

【0019】図9は異常エッティング時におけるパターンのエッティング状態を示したグラフである。黒印91と白印92はそれぞれ、従来の方法によるエッティング処理操作に於いて得られる、パターンの上側と下側のエッティング時間の経過に対するエッティング量を示しており、パターン内部で均一なエッティングがされていないことを示している。

【0020】尚、後述するが、図9に於けるグラフ93と94は、本発明に於けるエッティング処理を行った場合には、パターンの上側に於けるエッティング時間の経過に対するエッティング量93と、同一パターンの下側のエッティング時間の経過に対するエッティング量94とは実質的に等しくなる事を示すものである。

【0021】つまり、従来の技術に於いては、このような異常エッティングが発生することから、等方性エッティング法では、残留歪み除去などのシリコンエッティングエッティングにおいても、均一なエッティング面を得ることは難しかった。

【0022】また図10（A）は、エッティング液に対して、エッティング処理されるシリコン部材102を水平に設置してエッティングした時の概略図であり、図10（B）は、その時に発生する異常エッティングを示すパタ

ーンの概略図である。

【0023】即ち、シリコン部材102に適宜のパターンを持つマスク101を配置した後に、当該シリコン部材102の当該マスク101が当該エッティング液の液面に対して水平に設置した場合に生じる異常エッティングは、パターン底部の両角のエッティング速度が速く実線104で示す様な形状になるのみであって、理想的な半円状のパターン103にはならなかった。

【0024】また、シリコン102全体のエッティング速度も基板を垂直に設置したときよりも1/2倍に減少し、エッティング面が広くなるほどエッティング速度が遅くなるパターン依存性も発生した。

【0025】また、図11のように攪拌器112と攪拌子113を用いて、エッティング液の攪拌及び混合を行なながらエッティングを行うと基板の外側のエッティング液の流速が内側よりも速度が大きくなるためにエッティング面が流速の影響を受け、最大10μm以上のエッティングむらが発生し、エッティング面も荒れた。

【0026】また図12のように基板全体を矢印方向に回転させた場合は、異常エッティングが大きくなつた。

【0027】以上の問題は、エッティング液の混合がエッティングの化学反応が生じるシリコン表面上で充分に均一になつてない（エッティング液の流速、代謝等の作用のしがれが不均一）と言う事から起つたものと思われる。

【0028】例えば図8のようにシリコン基板を垂直に立てたときには、パターン内においてフッ酸の濃度が硝酸の濃度よりも小さく、基板の上側の方がフッ酸の濃度が大きくなりシリコンエッティング速度が下側よりも大きくなつた（例ではフッ酸の化学反応が律速する反応である）。

【0029】等方性エッティングを用いたパターン形成では、異常エッティングの他に選択比（シリコンエッティング速度／シリコンマスク材のエッティング速度）が小さいことが問題となっている。

【0030】一般的に、シリコンマスク材は、簡易なプロセス、低成本という点から熱酸化膜が用いられているが、熱酸化膜は1μm以上成膜できないため、シリコンのエッティング量は決定されていた。例えば、熱酸化膜をシリコンマスク材とした時の選択比は、約3程度が一般的な値として知られている。

【0031】以上の結果から、従来のシリコン等方性エッティング技術を用いてシリコンエッティングを行う場合は、異常エッティングの発生、エッティング面精度の不均一、選択比が小さいなどの原因から、高精度なエッティング及びパターン形成を行うことが困難であった。

【0032】更に、従来のシリコンの等方性エッティング法を用いたシリコンエッティングでは、パターンの形成を行うと、

① 異常エッティングが発生し等方的なエッティングを行えない。

② 選択比（シリコンのエッティング速度／シリコンマスク材のエッティング速度）が小さい為、深さ50μm以上のパターン形成を行うことが困難であった。

③ 均一なエッティング面を得るために、エッティング液の組成比の範囲を、フッ酸1%～20%、硝酸60%～90%、酢酸10%～30%のエッティング液を用いて行っているが、フッ酸の割合が極めて少ない為、エッティング速度も遅くなり、更に、フッ酸が十分に混合されていない為、実際には不均一なエッティング面が形成される。

【0033】上記した従来に於ける問題によって、フッ酸一硝酸一酢酸を用いたシリコン等方性エッティング法は、パターン断面が半円形を必要とするパターン形成（例えば、マイクロ流路）や、深さ100μm以上を必要とするパターン形成等には適さないものであった。

【0034】一方、特開平4-340226号公報には、半導体基板を自立保持しながら回転させると共に、エッティング液を当該回転中の半導体基板に噴射させてエッティングを行う方法が開示されている。

【0035】然しながら、係る公知例に於いては、当該半導体基板を200～400rpmと言う高速で回転させるものであり、その狙いは、噴射させたエッティング液をスピンドル方式の様に、当該半導体基板表面に均一に分散せると共に、エッティング液を絶えず入れ換える事によって発熱を防止する事にあります、半導体基板をエッティング液中に浸漬しながら回転させ、微細なパターンを形成する方法に関しては記載がない。

【0036】又、特開平5-47739号公報には、半導体ウェハをエッティング液中で垂直に保持しながら回転させると共に、当該半導体ウェハの中心部に、エッティング液を更に吹きつける様に構成されたエッティング方法が開示されている。

【0037】然しながら、係る公知例は、半導体ウェハを厚みむらをなくすか、或いは、半導体ウェハの中心部の厚みを薄く、外側の厚みを厚くする様に処理する事が目的であり、半導体基板をエッティング液中に浸漬しながらゆっくり回転させ、微細なパターンを形成する方法に関しては記載がない。

【0038】更に、特開平6-84881号公報には、半導体ウェハをエッティング液に水平に浸漬した状態で回転させながらエッティング処理を行う方法に於て、エッティング液を円弧状の流路に沿って流すと共に、当該エッティング液の曲がる方向と同一の方向に半導体ウェハを回転させる様にした方法が開示されている。

【0039】然しながら、係る公知例に於いては、均一なエッティングを行う為に半導体ウェハ面の各部位に対するエッティング液の相対平均流速を均一にするものであつて、微細なパターンを形成する方法に関しては記載がない。

【0040】従つて、本発明の目的は、上記した従来技術の欠点を改良し、上記の問題点を最小限に抑えるこ

とが可能なエッチング方法を採用することで、容易なエッティング量の制御、鏡面性の高いエッティング面、選択比の向上を実現させ高精度なシリコン等方性エッティング法を可能とするエッティング方法を提供するものである。

【0041】

【課題を解決するための手段】本発明は上記した目的を達成するため、以下に記載されたような技術構成を採用するものである。

【0042】即ち、本発明に係る第1の態様としては、所定のシリコン部材表面に、所定のパターンを形成するに際し、エッティング液を含む処理槽内に、当該シリコン部材の被エッティング表面が当該エッティング液の液面に対して垂直或いは略垂直となるように配置し、当該エッティング液を静止状態に維持したまま、当該シリコン部材の中心部を通り、当該シリコン部材表面に対して直交する仮想中心線を中心として、当該シリコン部材を低速度で回転させる様に構成されたエッティング方法である。

【0043】又、本発明に係るエッティング方法の第2の態様としては、所定のシリコン部材表面の全面を均一にエッティングするに際し、エッティング液を含む処理槽内に、当該シリコン部材の被エッティング表面が当該エッティング液の液面に対して垂直或いは略垂直となるように配置し、当該エッティング液を静止状態に維持したまま、当該シリコン部材の中心部を通り、当該シリコン部材表面に対して直交する仮想中心線を中心として、当該シリコン部材を低速度で回転させる様に構成されたエッティング方法である。

【0044】更に、本発明に係るエッティング方法に於ける第3の態様としては、所定のシリコン部材表面の残留歪みを除去するに際し、エッティング液を含む処理槽内に、当該シリコン部材の被エッティング表面が当該エッティング液の液面に対して垂直或いは略垂直となるように配置し、当該エッティング液を静止状態に維持したまま、当該シリコン部材の中心部を通り、当該シリコン部材表面に対して直交する仮想中心線を中心として、当該シリコン部材を低速度で回転させる様に構成されたエッティング方法である。

【0045】

【発明の実施の形態】従来に於ける微細パターンの形成や残留歪み除去、更には、被エッティング処理面の平坦化などのエッティング処理に於ては、エッティングの均一性、及び優れたエッティング面（鏡面性が高い）が得られるエッティング面が不可欠とされているため、高精度等方性エッティング技術が必要されていたが、本発明に係る当該エッティング方法は、上記した様な技術構成を採用しているので、高精度なシリコン等方性エッティングを行う事が可能であり、従って、鏡面または極めて鏡面性のある良好なエッティング面が得られ、均一なシリコンのエッティングが可能となった。

【0046】然も、パターン形成処理に際しては、例え

ば、微細な流路を基板上に形成するに際しては、断面形状が半円または半楕円状が可能となり、さらにこの方法を用いれば深さ100μmのパターン形成も可能となつた。

【0047】また残留歪み除去では、シリコンブロック全体を均一にエッティングできることから、エッティング後の研磨工程が省略できた。

【0048】

【実施例】以下に、本発明に係るエッティング方法の一具体例の構成を図面を参照しながら詳細に説明する。

【0049】即ち、図1は、本発明に係る当該エッティング方法の一具体的構成を示す図であり、図中、所定のシリコン部材11の表面に、所定のパターンを形成するに際し、エッティング液13を含む処理槽12内に、当該シリコン部材11の被エッティング表面14が当該エッティング液の液面15に対して垂直或いは略垂直となるように配置し、当該エッティング液13を静止状態に維持したまま、当該シリコン部材11の中心部を通り、当該シリコン部材表面に対して直交する仮想中心線16を中心として、当該シリコン部材11を低速度で回転させる様に構成されたエッティング方法が示されている。

【0050】本発明に於て使用される当該シリコン部材11は、シリコン基板である事が望ましい。

【0051】又、本発明に於ける当該エッティング方法に於て使用される当該シリコン部材11表面に形成される所定のパターンは、少なくとも当該パターン部底部が均一な表面に形成されるパターンである事が望ましい。

【0052】更に、本発明に於ける当該エッティング方法に於いては、当該シリコン部材11表面に形成される所定のパターンは、少なくとも当該パターン部の深さが50μm、望ましくは100μm以上である。

【0053】本発明に係る当該エッティング方法に於いては、当該パターンは、当該パターンの底部は、例えば、図8(B)に於ける点線83で示される様に、均一な曲率を有する湾曲部を有している事が好ましい。

【0054】一方、本発明に於ける当該エッティング方法に於いては、当該シリコン部材11の回転速度は、20rpm以下の極低速度回転に設定する事が必要であり、好ましくは、当該シリコン部材を回転速度は、1rpm以下に設定するものである。

【0055】つまり、本発明に於いては、従来の方法とは逆に、静止させたエッティング液の中で、当該シリコン半導体基板を含むシリコン部材のエッティング面を当該エッティング液の液面と直交する方向に配し、ゆっくりとした回転速度で回転させるものである。

【0056】本発明に於いては、必要に応じて、適宜の攪拌手段を使用して、当該エッティング液をエッティング処理時に、攪拌するものである。

【0057】一方、本発明に係る当該エッティング方法に於いては、エッティング液の組成及びその混合比率が重要

である。

【0058】つまり、本発明に係る当該エッティング方法で使用される当該エッティング液は、フッ酸、硝酸及び、酢酸で構成されている事が好ましく、且つ、フッ酸と硝酸の量の比率が1:2~1:30の範囲にある様に構成されている事が更に望ましい。

【0059】又、本発明に於ける当該エッティング方法で使用される当該エッティング液に於ける上記した各混合成分の混合比は、フッ酸1~50%以下、硝酸1~90%以下、酢酸1~90%以下となる様に設定されている事が望ましい。

【0060】尚、本発明に於ける当該エッティング処理に於ける当該エッティング処理温度は、当該エッティング液の凝固点から沸点までの間の任意の温度に設定される事が好ましい。

【0061】一方、当該エッティング処理に於いて使用されるマスク材は、熱酸化膜で構成される事が望ましい。

【0062】更に、当該エッティング処理操作に於て使用されるシリコンを保持する基板ホルダー及びエッティング液槽、駆動部の材料等は耐酸性材料を用いて構成する事も好ましい。

【0063】以下に、本発明に係る当該エッティング方法の具体的を実施例の形でより詳細に説明する。

【0064】図1はフッ酸、硝酸、酢酸の3液の最適な混合比のエッティング液を用いた時のシリコンエッティング結晶のエッティング方法の概念図である。

【0065】本発明に於て、シリコン部材11は、エッティング液13が注入されている浴槽12に液面に対して垂直に設置され、矢印方向に回転しながらエッティングされる。

【0066】シリコン部材11自身が回転することでエッティング液の滞留や濃度変化を防ぎ、さらにエッティング液全体の攪拌も行うために、均一なシリコンエッティング及び高精度なパターン形成が可能となった。

【0067】図9に示されている菱形印のグラフ9.3と×印のグラフ9.4は、それぞれパターンの内部のエッティング状態を示したグラフであり、パターン内部が均一にエッティングされていることを示している。

【0068】また図2は、シリコンを垂直に設置して且つ回転させてエッティングする方法2.1、垂直に設置してエッティングする方法2.2、水平に設置してエッティングする方法2.3の選択比を比較したグラフであり、シリコン部材11のエッティング面を液面に対して直交させた状態で回転させることにより、エッティング反応が最適に行われていることを示している。

【0069】この方法を用いることによって、優れたエッティング面が得られると同時に、エッティング液の混合液の範囲が拡大する。

【0070】又、均一なエッティング面を得るために、3液のエッティング液の割合比にフッ酸1%~20%、硝

酸60%~90%、酢酸10%~30%の範囲が利用されていたが、フッ酸の量が硝酸に比べて極めて少ないため、微細パターンのエッティングには適していたが、それ以外の用途にはエッティング速度が遅いため不適当であった。

【0071】本発明に於いては、シリコン部材11を垂直に設置し回転させることにより、エッティング反応が促進することから、エッティング速度の混合比をフッ酸1~50%以下、硝酸1~90%以下、酢酸1~90%以下でかつ、フッ酸と硝酸の量の比率が1:2~1:30の範囲であれば、エッティング速度が速く、面精度の優れたエッティングを行うことができる事が判明した。

【0072】此処で、本発明に使用されるエッティング液の組成及びその混合比率に関して、従来のエッティング液の組成及びその混合比率と比較して見た結果を以下に示す。

【0073】従来から、一般的に文献等で知られている当該エッティング液の内、代表的なものとしては、
HF : HNO₃ : CH₃COOH = 1 : 3 : 8
のものである。

【0074】係る組成比で加工するとエッティング面にクレータや、うねりが発生し、エッティング面が均一になりにくい。その為、微細加工には適さない。

【0075】又、別の従来例としては、例えば、
HF : HNO₃ : CH₃COOH = 2 : 5 : 3
のものが知られている。

【0076】然しながら、係る組成比のエッティング液は、主にシリコンをくり抜くのに使用されるものであり、従ってエッティング速度が速く、加工面がうねりやすく、その結果、加工面が均一に成りにくいと言う問題が有った。

【0077】一方、本発明に於てシリコンを微細加工する為に使用するエッティング液の組成の例は、
HF : HNO₃ : CH₃COOH = 1~20% : 60~90% : 10~30%
である。

【0078】即ち、上記した従来のエッティング液の組成比では、パターン形成等の微細加工を行うには困難であったが、ウェハを回転させることにいおりエッティング面がきついエッティングの制御が容易となった。

【0079】その結果、本発明による組成比を使用しなくてもパターン形成が可能となったことによりエッティング速度が速い条件で加工が可能となる。

【0080】然しながら、本発明に於ける様に、ウェハを回転させながら、上記した本発明の組成比を使用する場合には、更に優れたエッティング面又はパターン形成が可能となる事が判明した。

【0081】従って、微細なパターン、特に曲面を有する半円状の流路等を形成する場合には、上記した本発明に係るエッティング液の組成比を使用する事が望ましい。

【0082】上記した本発明に係る、エッティング方法は、残留歪み除去などのエッティングに効果があり、実験を行った範囲の最大ではエッティング速度が約16倍となつた。

【0083】またこの混合比の範囲内のエッティング液を選択することによって、鏡面性に優れ、シリコン全体を均一にエッティングできることから、エッティング後の研磨工程を省略することができる。

【0084】また微細パターンの形成では、この方法を用いることでシリコンのエッティング速度が向上し、選択比が向上することから、従来不可能であった深さ $100\mu m$ 以上のパターン形成が可能となり、微細流路においては、断面が半円形状の流路の形成が可能となった。

【0085】シリコンの回転速度は、用途やエッティング液の各液の割合によって異なるが、高精度なエッティングを行う場合は、 20 rpm 以下、好ましくは 1 rpm 以下することが望ましい。

【0086】またエッティング速度を向上させるには、エッティング温度を常温から約60度付近まで上昇させる場合もあるが、エッティング速度が上昇するとエッティング面が荒れ、うねりなどが発生するが、基板回転をさせることで、エッティング面の粗さや、うねりを最小限に抑えることが可能なため、混合液の割合、エッティング液の温度、シリコンの回転が選択することで短時間でかつ、均一なエッティングが可能となった。

【0087】本発明に於て、当該シリコン部材11のエッティング面を当該エッティング液面に対して直交する様にエッティング液内に配置し、且つ回転させる事により、シリコン等方性エッティングする場合、エッティング反応が異なるので、水平に設置した場合よりも、パターン面への液の循環が十分に行われることから、エッティング速度が速く、中心部と外側部とでエッティングばらつきが生じない。

【0088】又、形成されるエッティング面の状態やパターンの形状は、ウェハの回転速度の影響を受ける。

【0089】従って、当該シリコン部材11の回転速度が 20 rpm 以上の場合には、流速の影響を受けて外周部のエッティング速度が速くなりエッティングむらが发生し、パターンの形状も歪んでしまう事になる。

【0090】この傾向は、当該シリコン部材の回転速度が $20\sim1\text{ rpm}$ の範囲でも、程度は小さいが若干発生する事が経験的に見られるので、当該シリコン部材の回転速度が 1 rpm 以下とする事が好ましい。

【0091】一方、当該エッティング処理に於て、当該シリコン部材の回転速度が 0.01 rpm 以下の場合には、当該シリコン部材を回転させる効果がなく、以上エッティングが発生する。

【0092】従って、本発明に於ける当該シリコン部材11の回転速度は、 $0.01\text{ rpm}\sim20\text{ rpm}$ 、好ましくは $0.01\text{ rpm}\sim1\text{ rpm}$ 、より好ましくは

$0.01\text{ rpm}\sim0.09\text{ rpm}$ であり、係る回転速度を採用する事によって、エッティング面の鏡面状態を維持しながらエッティングする事が可能となり、流速の影響も受けない事から、パターン形成に好ましい状態が創出される。

【0093】更には、エッティング液の組成に関しては、従来の微細加工に用いられるエッティング液の組成比より広い範囲である、フッ酸 $1\sim50\%$ 以下、硝酸 $1\sim90\%$ 以下、酢酸 $1\sim90\%$ 以下の混合比を使用しても、均一なエッティング面及びパターン形成を行う事が可能となる。

【0094】一方、本発明に係る当該エッティング方法に於て所定のパターンを形成するに際して使用されるマスク材には、強酸、強アルカリに耐えられる材料を用いる必要があり、従って、フォトレジスト等は、使用出来ず、一般的には、熱酸化膜や窒化膜等の絶縁物や、メタルマスク（特に表面がAuのもの）等が用いられている。

【0095】然しながら、熱酸化膜や窒化膜は、フッ酸一硝酸一酢酸をエッティング液としたシリコン等方性エッティングに用いる場合は、選択比（シリコンのエッティング速度／シリコンマスク材のエッティング速度）が低く、深さ $50\mu m$ 以上のシリコンパターンを形成するには適していないかった。

【0096】又、いくつかの絶縁物を組み合わせた構成のマスク（例えば、熱酸化膜／窒化膜）を用いる方法では、

- ① プロセスが複雑になる事、
 - ② シリコンにストレスが発生する事、
 - ③ 選択比がそれ程大きくならない事
- 等の問題が発生している。

【0097】一方、メタルマスクは、金（Au）をメタル構成の最上部に設けることで選択比を大きくすることが可能となり、プロセスも容易なことから、シリコンエッティングに適している。

【0098】然しながら、シリコンにメタルを直接成膜するとエッティング中に潜傷と言う加工歪みの発生によりメタルが剥離する為、シリコンエッティングのマスク材の場合は、熱酸化膜／メタルマスクの組み合わせが好ましい。

【0099】本発明に於いては、上記したシリコン部材の回転方式とマスク材との組み合わせによって、従来不可能であると考えられてきた深さ $300\mu m$ 以上のパターン形成が可能となる。

【0100】本発明に係る他の態様としては、例えば、所定のシリコン部材表面の全面を均一にエッティングするに際し、エッティング液を含む処理槽内に、当該シリコン部材の被エッティング表面が当該エッティング液の液面に対して垂直或いは略垂直となるように配置し、当該エッティング液を静止状態に維持したままで、当該シリコン部材

の中心部を通り、当該シリコン部材表面に対して直交する仮想中心線を中心として、当該シリコン部材を低速度で回転させる様に構成されたエッティング方法である。

【0101】又、更に別の態様としては、所定のシリコン部材表面の残留歪みを除去するに際し、エッティング液を含む処理槽内に、当該シリコン部材の被エッティング表面が当該エッティング液の液面に対して垂直或いは略垂直となるように配置し、当該エッティング液を静止状態に維持したままで、当該シリコン部材の中心部を通り、当該シリコン部材表面に対して直交する仮想中心線を中心として、当該シリコン部材を低速度で回転させる様に構成されたエッティング方法である。

【0102】本発明に於ける上記態様に於いては、上記した具体例と同様に、当該シリコン部材を回転速度は、20 rpm以下に設定する事が望ましく、又、当該エッティング液は、フッ酸、硝酸及び、酢酸で構成されており、且つ、フッ酸と硝酸の量の比率が1：2～1：30の範囲にある様に構成されているエッティング液を使用することが好ましい。

【0103】更に、当該エッティング液に於ける各成分の混合比が、フッ酸1～50%以下、硝酸1～50%以下、酢酸1～90%以下である事も好ましい。

【0104】一方、当該エッティング処理に於ける当該エッティング処理温度は、当該エッティング液の凝固点から沸点までの間の任意の温度に設定されることが好ましい。

【0105】以下に本発明に係るエッティング方法を実行する場合のエッティング装置の具体例について、図面を参照して更に詳細に説明する。

【0106】即ち、図3は、本発明における第1の具体例実施例である。

【0107】エッティング装置31に於いて、処理浴槽34には、フッ酸1～50%、硝酸1～100%、酢酸1～70%以下でかつ、フッ酸と硝酸の量の比率が1：2～1：30の範囲の混合比によるエッティング液が注入されており、その底部には、エッティング液を攪拌するための攪拌子34aが設置され、攪拌器34bにより回転速度は制御される。

【0108】またエッティング液温は、ウォータバス34cで制御され、エッティングする用途によって液温を変え、エッティング速度を制御することができる。

【0109】シリコン部材であるシリコン結晶体33のエッティング処理表面は、基板ホルダー32によってエッティング液面に対して、略垂直に固定され、エッティング装置31の主軸31aに取り付けが可能であり、取り付け後、エッティング浴槽34内に設置される。

【0110】基板ホルダー32は、装置内に設けられたモータ35aによって歯車31cを伝わり回転する。

【0111】また、モータの代わりに手動用ハンドル35bを設置することで手動回転しながらのエッティングも可能となる。

【0112】エッティング終了後、シリコン結晶体33は基板ホルダー32とともに外され洗浄槽36に移動し、洗浄される。

【0113】エッティング装置本体31及び基板ホルダー32または歯車31c、主軸31aなどの駆動部は、耐強酸性に優れた材料、例えばテフロン性または、塩化ビニール等が望ましい。また攪拌子33a及びモータの回転数はシリコンエッティングの用途に選択できる。

【0114】図4は、本発明における第2の具体例を示す図である。

【0115】本具体例に於いては、複数のシリコン結晶体を、一度にエッティングする方法であり、図4はその概略図である。

【0116】複数のシリコン結晶体43を複数エッティング用の基板ホルダー42に設置し、それを具体例1と同様にエッティング装置41に設けた主軸41aに設置し、エッティング液が注入されている処理浴槽44に投入し、装置内に設けられたモーター45aによって歯車41cを伝わり回転しエッティングを行う。

【0117】またモータの代わりに手動用ハンドル45bを設置することで手動回転しながらのエッティング也可能となる。またエッティング液を攪拌するための攪拌子44a及び攪拌器44bエッティング液の液温を制御するウォータバス44cを設けることによって複数のシリコン結晶体43を一度にエッティングすることができる。

【0118】エッティング終了後、シリコン結晶体43は基板ホルダー42とともに外され洗浄層46に移動し、洗浄できる。

【0119】図5は、本発明における第3の具体例を示す図である。

【0120】即ち、本具体例は、シリコンブロック等のシリコン結晶体の全面を均一にエッティングする装置に関する概略図である。

【0121】つまり、シリコン結晶体53の全面がエッティングされるよう基板ホルダー52は、シリコン結晶体53の角側のみを押さえつける機構になっている。

【0122】シリコン結晶体53を設置した基板ホルダー52は具体例1と同様にエッティング装置に設けた主軸51aに設置し、エッティング液が注入されている浴槽54に投入し、装置内に設けられたモーター55aによって歯車51cを伝わり回転し、エッティングを行う。

【0123】またモータの代わりに手動用ハンドル55bを設置することで手動回転しながらのエッティング也可能となる。

【0124】またエッティング液を攪拌するための攪拌子54a及び攪拌器54bを設けることにより又、エッティング液の液温を制御するウォータバスを設けることによってシリコン結晶体53を一度にエッティングすることができる。

【0125】エッティング終了後、シリコン結晶53は基

板ホルダー52とともに外され洗浄槽56に移動し、洗浄できる。

【0126】図6は本発明における第4の具体例を示す図であり、シリコンウェハまたはシリコンブロック62と基板ホルダー61との取り付け方法に関する概略図である。

【0127】基板ホルダー61はシリコンウェハまたはシリコンブロック62のエッチングの目的に応じて、例えば基板ホルダー61a、61b、61c、61dの中から選択できる。

【0128】シリコン結晶体からなるシリコンブロック62と基板ホルダ61a、61b、61c、61dとの取り付けは、固定板65を挟んだネジ63またはバネ64などを用いて直接シリコン結晶体62を固定する方法、シリコン結晶体62全体をエッチングするためにシリコン結晶体62を固定治具67によってエッチングする方法、または真空ポンプ66を用いた真空吸着等によって取り付けられる。

【0129】固定板65、ネジ63またはバネ64の材料は、基板ホルダー61a～61d同様に耐強酸に優れた材質が好ましい。

【0130】上記の実施の形態において、シリコンウェハまたはシリコンブロックの回転駆動方式とモータまたは手動回転の場合を示したが、同様の効果が得られるならばエア駆動、攪拌される液流を用いる等の方法でも実現可能である。また駆動伝達機構として歯車を用いた例を示したが同様な効果が得られるならば直接駆動、ベルト駆動、チェーン駆動等の方法でも実現可能である。

【0131】

【発明の効果】本発明に於いては、以上説明したような技術構成を採用しているので、本発明によればシリコン等方性エッチング法を用いて、鏡面または極めて鏡面性のある良好なエッチング面が得られ、均一なシリコンのエッチングが可能となった。

【0132】更に、本発明に於いては、パターン形成に於ける微細な流路形成においては、断面形状が半円または半楕円状の均一な形状で且つ内面が平滑な流路を得る事が可能となり、さらにこの方法を用いれば深さ100μmのパターン形成も可能となった。

【0133】また、本発明に係る当該エッチング方法は、残留歪み除去にも使用できるので、シリコンブロック全体を均一にエッチングできることから、エッチング後の研磨工程が省略できた。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明によるエッチング方法の基本的

原理を説明するための図である。

【図2】図2は、本発明と従来技術によるエッチング方法によるエッチング速度を比較したグラフである。

【図3】図3は、本発明によるエッチング装置の一具体例の構成を説明するための側面図である。

【図4】図4は、本発明によるエッチング装置の他の具体例で、複数のシリコン結晶体を一括エッチングする場合の装置の構成を説明するための側面図である。

【図5】図5は、本発明によるエッチング装置の別の具体例で、シリコン結晶体全面をエッチングする場合の装置の構成を説明するための図

【図6】図6は、本発明に於ける、シリコン結晶体と基板ホルダーの取り付け方法を説明するための図

【図7】図7は、従来に於けるシリコン結晶体のエッチング方法を説明するための図である。

【図8】図8は、従来のエッチング方法で生じる異常エッチングを説明するための図である。

【図9】図9は、同率パターン内におけるエッチング速度の違いを説明するための図である。

【図10】図10は、従来のエッチング方法で生じる異常エッチングを説明するための図である。

【図11】図11は、シリコン結晶体の従来のエッチング方法を説明するための図である。

【図12】図12は、従来に於けるシリコン結晶体のエッチング方法を説明するための図である。

【符号の説明】

1 1…シリコン部材

1 2…エッティング液槽

1 3…エッティング液

30 1 4…エッティング処理面

1 5…エッティング液面

1 6…回転軸

3 1、4 1、5 1…エッティング装置

3 1a、4 1a、5 1a…回転主軸

3 1c、4 1c、5 1c…歯車

3 2、4 2、5 2a…基板ホルダー

3 3、4 3、5 3…シリコン部材、シリコン結晶体

3 4、4 4、5 4…エッティング液槽

3 4a、4 4a、5 4a…攪拌子

3 4b、4 4b、5 4b…攪拌器

3 4c、4 4c、5 4c…ウォーターバス

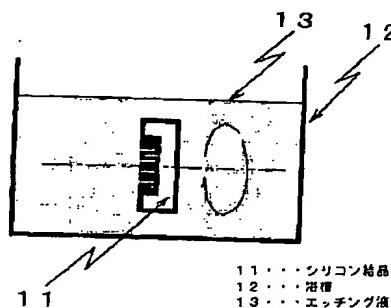
3 5a、4 5a、5 5a…モータ

3 5b、4 5b、5 5b…ハンドル

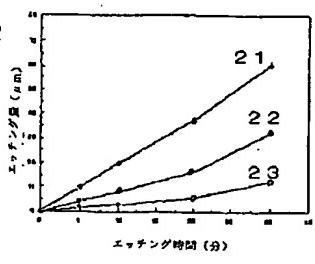
3 6、4 6、5 6…洗浄槽

5 2…固定治具

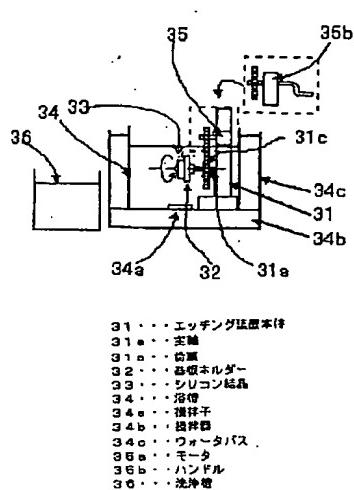
【図1】



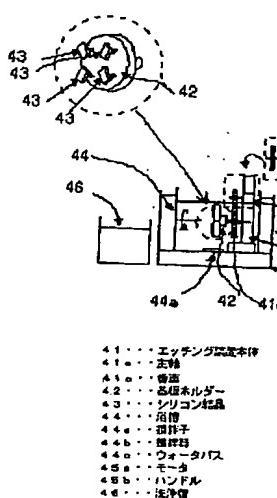
【図2】



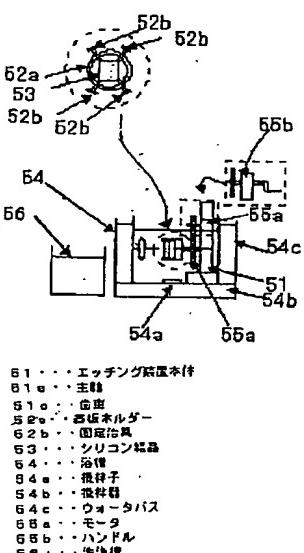
【図3】



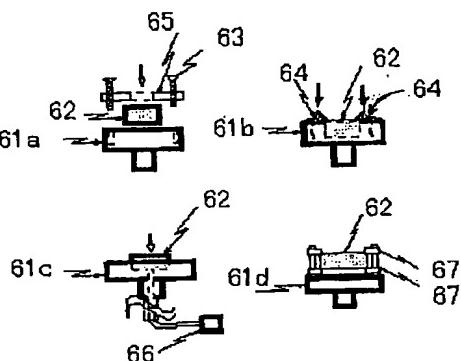
【図4】



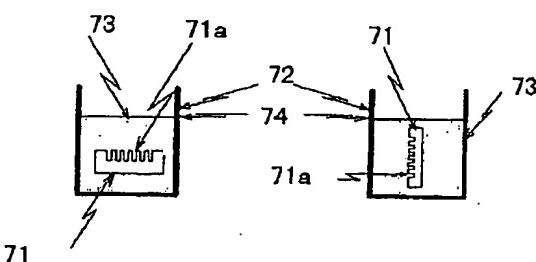
【図5】



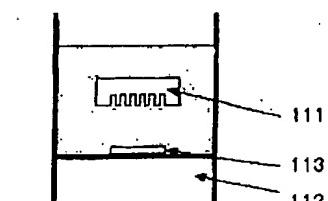
【図6】



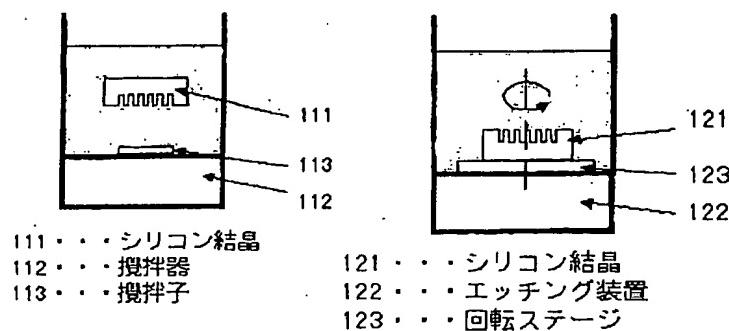
【図7】



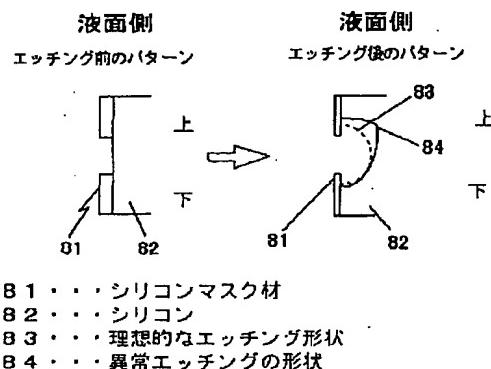
【図11】



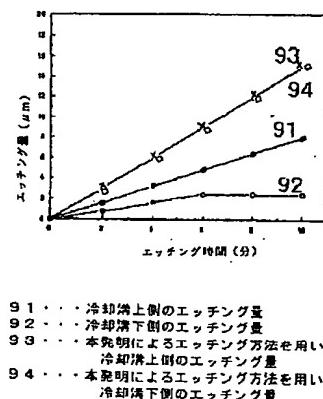
【図12】



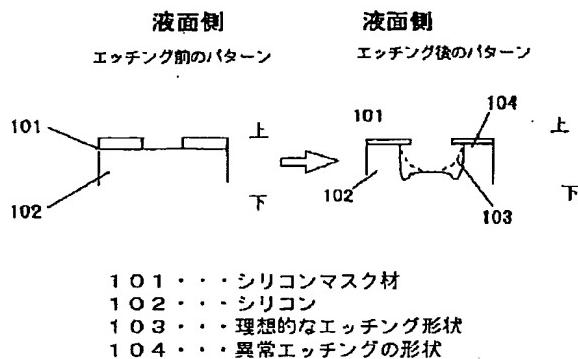
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 木村 英和

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株
式会社内

(72)発明者 富高 奉文

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株
式会社内

F ターム(参考) 4K057 WA04 WB06 WD10 WE02 WE07

WE12 WG10 WM01 WM11 WM13

WN01

5F043 AA02 BB02 DD30 EE04 EE08

EE35 FF01 FF07 FF10